

0-793368

На правах рукописи



ЛУКЬЯНОВ Павел Борисович

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ
ПРОИЗВОДСТВА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Специальность 08.00.13 –

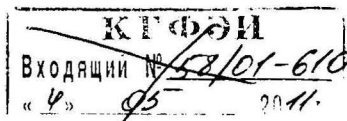
математические и инструментальные методы экономики

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

доктора экономических наук

Москва 2011



Работа выполнена в Институте экономики и предпринимательства.

Научный консультант: Заслуженный работник высшей школы РФ,
доктор экономических наук, профессор
Касаев Борис Султанович

Официальные оппоненты:

доктор экономических наук, профессор
Мищенко Александр Владимирович

доктор экономических наук
Светлов Николай Михайлович

доктор экономических наук
Тищенко Евгений Николаевич

Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Ярославская государственная
сельскохозяйственная академия»

Защита состоится « 16 » июня 2011 г. в 14⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 212.196.01 по присуждению ученой степени
доктора экономических наук в ГОУ ВПО «Российский экономический
университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва,
Стремянный переулок, д. 36, 3-й Учебный корпус, аудитория № 353.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной
библиотеки Российского экономического университета имени Г.В.
Плеханова (3-й Учебный корпус)

Автореферат разослан « 28 » апреля 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.196.01,
доктор технических наук,
профессор

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000665280

Петров Л. Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Подъем сельского хозяйства, вывод его из кризисного состояния остаётся наиважнейшей государственной задачей, от решения которой зависит экономическое развитие и продовольственная безопасность страны. «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденная Указом № 120 Президента РФ, определяет стратегические ориентиры страны по критериям продовольственной безопасности.

Согласно положению Доктрины, объём животноводческой продукции к 2020 г. на отечественном рынке по мясу должен составлять 85%, по молочным продуктам – 90%. Это значительно выше показателей производства, обеспечиваемых в настоящее время.

Россия по эффективности производства животноводческой продукции существенно отстает от наиболее развитых стран. Например, в свиноводстве: в европейских странах затраты труда на 1 ц прироста живой массы свинины составляют 0,6 – 0,9 чел.*час, в российской отрасли – от 18 до 22 чел.*час. При этом продуктивность самих животных в России в 2 – 2,5 раза ниже. Генетический потенциал сельскохозяйственных животных используется лишь на 40-65%.

Низкая эффективность производства животноводческой продукции в отечественных сельскохозяйственных организациях в значительной степени обусловлена недостаточной эффективностью управления производственными процессами.

В частности, недоиспользование генетического потенциала животных и низкие экономические показатели производства связаны, в первую очередь, с неоптимальностью планирования кормления. Модели рационов, используемые в практике планирования кормления, не охватывают всех значимых экономических факторов и не адекватно научным данным отображают влияние дисбаланса рационов на продуктивность, воспроизводство и здоровье животных; ориентированы на использование показателей, усредненных по времени и по группам животных; и не обеспечивают нахождения решений, близких к объективно оптимальным.

Требования к кормлению животных существенно повышаются в современных условиях рыночной экономики, в немалой степени в связи с ростом значимости факторов качества животноводческой продукции.

Так, для получения сыров высокого качества требуется молоко, обладающее строго определёнными свойствами. В свою очередь, зоотехническая наука утверждает, что требуемые свойства молока могут быть обеспечены лишь при регламентированном подборе кормов и требуемой сбалансированности компонентов питания в рационах коров.

Непосредственно связанное с кормлением планирование кормовой базы до сих пор в России ведется на основе показателей, не учитывающих экономическую эффективность конверсии корма в продукцию.



Также большое значение для повышения эффективности производства на животноводческих предприятиях имеет соблюдение технологических норм эксплуатации животных. Нарушение норм ведет к удлинению цикла воспроизводства, возникновению яловости, снижению продуктивности животных и дополнительным издержкам производства.

Для обеспечения потенциальной продуктивности животных необходимо своевременно проводить регламентированные технологические мероприятия (контрольные замеры продуктивности, осеменения, прием родов, смену рационов и т.д.), для чего требуется предвидеть (моделировать) изменения физиологического состояния и продуктивности животных. Существующие системы автоматизации моделируют лишь отдельные фрагменты технологической цепи эксплуатации животных, не объединяют весь цикл управления в единую систему, не охватывают вопросы экономической оптимизации оперативных решений. (Под оперативными решениями здесь понимаются решения, принимаемые в реальном времени для обеспечения текущей эксплуатации животных).

Дополнительные издержки производства связаны с использованием устаревшей методологии управления ремонтом стада (заменой старых животных молодыми) и соответствующих экономико-математических моделей, где критерием оптимизации является выполнение текущих плановых заданий в натуральном выражении.

Динамика рыночных цен на продукцию, корма и самих животных, необходимость оптимизации производства под решение меняющихся «рыночных» задач непосредственно товаропроизводителю требует совершенствования управления экономикой производства с учетом новых критериев, адекватных текущим условиям и целям производства.

Все это обуславливает необходимость разработки новых экономико-математических методов, оптимизационных экономико-математических моделей и эффективных систем поддержки принятия решений (СППР) по оперативному управлению экономикой производства животноводческой продукции, что и предопределяет актуальность темы диссертационного исследования.

Степень разработанности проблемы. Разработке и исследованию экономико-математических моделей и математических методов, предназначенных для поддержки принятия оперативных решений на животноводческих предприятиях, посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных учёных: С.А. Аристова, Р.Г. Ахметова, Г.В. Гаврилова, А.М. Гатаулина, А.П. Зинченко, А.Н. Ильченко, Б.С. Касаева, Ю.И. Копенкина, В.М. Кошелева, Р.Г. Кравченко, Э.Н. Крылатых, К.П. Личко, В.В. Милосердова, В.С. Немчинова, С.Б. Огнивцева, Г.С. Прокопьева, Э.Н. Пастернака, С.О. Сиптица, Е.И. Семёнова, А.И. Филатова, А.И. Трубилина, В.В. Щеглова, Р.Н. Минниханова, J.R. Crabtree, A.C. Bywater, P.D.P. Wood, C. Frank, B.J. Smith и ряда других авторов.

В советский период – период плановой экономики, основное внимание ученых уделялось обеспечению плановых заданий производства животноводческой продукции в натуральном выражении; а экономическим показателям (прибыль, рентабельность), характеризующим отдельные производственные процессы (центры прибыли), должного внимания не уделялось.

Среди работ, посвящённых повышению эффективности оперативного управления производством животноводческой продукции, ведущее место занимают исследования, связанные с моделированием и оптимизацией процессов кормления сельскохозяйственных животных. Это направление развивалось в трудах А.П. Дмитроченко, А.П. Калашникова, Н.И. Клейменова, Дж. Стинглера, Ф. Вафа, В.В. Щеглова, Н.В. Груздева, Н.Ш. Перельдика, Е.А. Петуховой, Л.В. Топоровой, А.И. Филатова, В.Н. Фисинина, В.Г. Рядчикова, Ю.А. Широкова, Б.Г. Шарифьянова, J.R. Grabtree, D.L. Bath и L.F. Bennett, J.R. Black и J. Hlubik, Marshall H. J. и ряда других ученых.

Вместе с тем, в научной литературе не рассмотрен ряд проблем, связанных с повышением эффективности эксплуатации сельскохозяйственных животных, в частности, остаются нерешенными вопросы оценки экономической эффективности кормления животных по тем или иным рационам, полноты моделей рационов по охвату экономических факторов, адекватного отображения в моделях влияния дисбаланса рационов на продуктивность, воспроизводство и здоровье животных; обеспечения оптимизации рационов при ограниченном наборе кормов; оптимизации кормовой базы и использования кормовых запасов по экономическим критериям; разработки теоретических, методологических положений и инструментальных средств автоматизации управления содержанием и эксплуатацией животных с охватом всего цикла управления. Нерешенность названных проблем и предопределила выбор цели и задач диссертационного исследования.

Соответствие темы диссертации требованиям паспорта специальностей ВАК Министерства образования и науки РФ (по экономическим наукам). Исследование выполнено в рамках специальности 08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики и соответствует п. 2.3 – Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях, и 2.5 – Разработка концептуальных положений использования новых информационных и коммуникационных технологий с целью повышения эффективности управления в экономических системах.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является разработка теоретико-методологических подходов к оптимизации бизнес-процессов животноводческого предприятия на основе развития систем поддержки принятия решений по управлению эксплуатацией стада и производством продукции животноводства с учетом взаимосвязей технологических

процессов и экономических результатов, включающей комплекс математических моделей, методов и компьютерных программ планирования рационов и кормовой базы, управления эксплуатацией животных.

Для достижения этой цели в работе были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Обоснована значимость и оценена роль отрасли животноводства в обеспечении продовольственной безопасности РФ, выявлены резервы производства животноводческой продукции, скрытые в неоптимальности принимаемых решений по управлению производственными процессами, обусловленной несовершенством экономико-математических моделей, методов и инструментальных средств поддержки принятия решений.

2. Структурирован процесс оперативного управления эксплуатацией стада и производством животноводческой продукции.

3. Классифицированы задачи составления рационов сельскохозяйственных животных по видам кормления: индивидуальному, групповому, дозированному, вволю, программируемому, на заданный период времени.

4. Определены экономические факторы, характеризующие эффективность кормления животных, и сформулирована система критериев оптимизации рационов, отвечающих различным текущим задачам производства: максимизации прибыли, рентабельности, текущей продуктивности, минимизации стоимости кормов, сохранности здоровья животных.

5. Разработан комплекс экономико-математических моделей формирования оптимальных рационов.

6. Разработан прямой итерационный метод многопараметрической оптимизации рационов.

7. Разработана методология планирования и оптимизации состава кормовой базы животноводческого предприятия на основе замены показателей качества, отражающих питательность кормовой базы (содержание в кормах энергии и т.д.), на показатели экономической эффективности использования кормов, составляющих кормовую базу, при конверсии их в продукцию.

8. Определен экономический подход к оптимизации структуры стада (ремонт стада), базирующийся на оценке суммарной прибыли от эксплуатации стада за период использования животных.

9. Разработаны инструментальные средства поддержки принятия решений по оперативному управлению производством животноводческой продукции, реализованные в виде комплекса компьютерных программ.

Объектом исследования являются сельскохозяйственные животноводческие предприятия.

Предмет исследования – модели и методы экономической оптимизации оперативных решений и системы поддержки принятия решений при управлении производством животноводческой продукции.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных специалистов по проблемам рыночной экономики, оптимизации управленческих решений, моделирования производственных процессов в сельском хозяйстве, экономико-математического моделирования, разработки информационных технологий и компьютерных систем.

В работе использовались методы системного, монографического и абстрактно-логического анализа; теория и методы принятия решений, теория систем, теория оптимального управления, компьютерный эксперимент.

Информационную базу исследования составили данные Росстата, нормативные, методические и справочные материалы по ведению производственных процессов в животноводстве, публикации специалистов животноводческой отрасли, данные Интернет-сети и результаты экспертных обследований.

Научная новизна исследования. В диссертации осуществлено решение крупной научной проблемы разработки теоретико-методологических подходов к оптимизации производства животноводческой продукции, базирующихся на системном анализе процессов эксплуатации стада, экономических критериях, синтезе системы поддержки принятия решений по комплексному управлению технологическим обеспечением производства на основе оптимизационных экономико-математических моделей, методов и компьютерных программ, с учетом нелинейных зависимостей экономических результатов от особенностей технологических процессов.

Наиболее значимые научные результаты, полученные лично соискателем и выносимые на защиту, состоят в следующем:

1. Обосновано повышение экономической эффективности производства животноводческой продукции за счет учета в критериях оптимизации и моделях управленческих решений степени сбалансированности рационов, продуктивности, здоровья, сроков эксплуатации, показателей воспроизводства животных, технологических мероприятий по содержанию и эксплуатации стада, эффекта конверсии корма в продукцию.

2. Выполнена структуризация оперативного управления экономикой производства животноводческой продукции по процессам: эксплуатации животных, кормления, планирования продуктивности, ремонта стада, планирования кормовой базы, и определены функции СППР для оптимизации управления этими технологическими процессами, а также математические модели, необходимые для выполнения функций СППР – роста и развития животных, рациона, движения животных по группам кормления, кормового плана, изменения продуктивности от возраста животных, кривой лактации, кормовой базы, замещения животных.

3. Обоснована и применена для оценки экономической эффективности рациона система показателей: сбалансированность рациона; прибыль, обеспечиваемая рационом; рентабельность применения рациона; продуктивность, обеспечиваемая рационом; отражающая количественную

оценку рациона и явившаяся базой для разработки новых критериев оптимизации кормления животных. На основе этих показателей предложена система критериев оптимизации рациона: максимум прибыли, рентабельности, продуктивности, сохранности животного, минимум стоимости рациона и ряд критериев с ограничениями: максимальная прибыль при заданной сбалансированности, минимальная стоимость рациона при продуктивности не ниже заданной, максимальная сбалансированность при заданной стоимости рациона и др. Использование этой системы критериев позволяет оптимизировать кормление животных с учетом различных производственных и экономических состояний и текущих целей предприятия.

4. Разработан комплекс оптимизационных экономико-математических моделей рациона с учетом его влияния на продуктивность, ценность животного и функции воспроизводства. В моделях учтены особенности индивидуального и группового кормления, кормления вволю, кормления на период, кормления на заданную продуктивность. Оптимизация рационов по этим моделям уменьшает область неопределенности оптимума искомого решения.

5. Обоснован новый показатель эффективности кормовой базы – «кормовой эффект», характеризующий эффективность конверсии кормов в продукцию. Кормовой эффект равен стоимости продукции, обеспечиваемой кормами кормовой базы при их использовании в кормлении животных, за вычетом потерь по ценности животных из-за несбалансированного кормления. Применение показателя «кормовой эффект» переводит технологическое планирование кормовой базы (по содержанию в кормах энергии) к экономическому (по оценке экономического эффекта использования кормов).

6. Разработан прямой итерационный метод многопараметрической оптимизации, названный методом *совмещенных двойственных направлений*, обеспечивающий наибольшую скорость спуска целевой функции $f(x)$ за счет противоположного двойственного приращения аргументов функции. Метод использован в алгоритмах оптимизации рационов по различным критериям. По сравнению с методом-прототипом (метод прямого поиска Хука – Дживса) метод совмещенных двойственных направлений обеспечивает большую надежность в поиске глобального оптимума с меньшим временем решения задачи.

7. Разработаны математические модели динамики состояния стада и формирования кормового плана с учетом характеристик, отражающих период воспроизводства, физиологическое состояние животных, прогноз появления приплода, регламент типовых технологических операций, продуктивность животных в течение лактации и по лактации.

8. Обоснованы и предложены оптимизационные экономико-математические модели перспективного и оперативного замещения животных молочного стада крупного рогатого скота (КРС), с критерием

максимума суммарной прибыли от эксплуатации стада за период использования животных с учетом следующих показателей: стоимость животных, их продуктивность, затраты на содержание, цены на продукцию.

9. Разработаны инструментальные средства поддержки принятия решений для оптимизации оперативного управления экономикой на животноводческих предприятиях, представляющие собой комплекс компьютерных программ по оптимизации кормления, управлению эксплуатацией животных, планированию и анализу кормовой базы, диагностике и лечению болезней.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии методологии разработки систем поддержки принятия оперативных решений для экономической оптимизации управления производством животноводческой продукции; разработке моделей и математических методов анализа и синтеза решений оперативного управления производством животноводческой продукции.

Практическая значимость работы состоит в разработке и внедрении инструментальных средств научно обоснованной экономической оптимизации решений оперативного управления производством животноводческой продукции, предоставляющих ЛПР возможность интерактивного участия в процессах формирования и анализа решений, и обеспечивающих повышение эффективности управления производством животноводческой продукции.

Апробация и внедрение результатов работы. Апробация работы выполнена посредством внедрения полученных результатов в практику, применения в учебном процессе при подготовке и переподготовке специалистов АПК, проведения ряда вычислительных экспериментов, и участия в научных конференциях, семинарах и совещаниях. Основные результаты и положения диссертации докладывались автором на международных, всероссийских и отраслевых научно-практических конференциях, семинарах и совещаниях, в том числе на: Второй международной конференции «Комбикорма и компоненты: качество и эффективность», Москва, 14 февраля 2001 г.; научной конференции в рамках проведения «Сибирской ярмарки», Новосибирск, 11 – 14 декабря 2001 г.; международной научной конференции в рамках Двенадцатой международной специализированной выставки «АГРО – 2002», Уфа, 26 февраля – 1 марта 2002 г.; первой региональной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию Кемеровской области «Потенциальные возможности региона Сибири и проблемы современного сельскохозяйственного производства», Кемерово, 6-7 июня 2002 г.; третьей международной конференции «Современное комбикормовое производство и перспективы его развития», Москва, 9-12 октября 2002 г.; ежегодной научной конференции МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 5-6 декабря 2002 г.; международной научно-практической конференции «Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в

исследовании сельскохозяйственных процессов», Новосибирск, 22-23 октября 2003 г.; 10-й международной научно-практической конференции «Математические методы и модели в экономике АПК», Москва, 20-21 апреля 2006 г.; четвертой международной конференции «Птицеводство – мировой и отечественный опыт», Москва, 8-12 февраля 2007 г.; 4-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК», Новосибирск, 14 – 15 октября 2009 г.; 22 Всероссийской научно-технической конференции школы-семинара «Передача, обработка и отображение информации», Терскол, 2010 г.

Результаты исследований автора используются в научных исследованиях – Общероссийский рейтинг комбикормов // «Ценовик», № 4, 5, 2009 г.; Левченко Н.И. Резервы повышения эффективности агропромышленной интеграции в молочном подкомплексе (на примере Красноярского края). // Диссертация на соиск. уч. степени канд. эк. наук. – М., 2007 г.; Пучкова О.С. Проектирование структуры интеграционного формирования в АПК на основе экономико-математических моделей. // Диссертация на соиск. уч. степени канд. эк. наук. – М., 2009 г.; Евграфова Л.В. Повышение экономической эффективности молочного скотоводства в условиях научно-технического прогресса. // Диссертация на соиск. уч. степени канд. эк. наук. – М., 2010 г.

Исследования автора используются в учебных изданиях – Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / Топорова Л.В., Архипов А.В., Бессарабова Р.Ф.– М.: КолосС, 2007 (Учебник для студентов высших учебных заведений).

Разработанный при непосредственном участии автора комплекс компьютерных программ «КОРАЛЛ» внедрен в производство и как инструментальное средство поддержки принятия решений и обучения специалистов АПК используется (подтверждено актами внедрения):

- сельскохозяйственными организациями для оптимизации кормления и содержания животных;
- региональными Управлениями животноводства для контроля уровня и сбалансированности кормления животных на предприятиях региона и для выработки рекомендаций по рационализации кормления; для анализа рынка кормовых продуктов по соотношению цены и эффективности продукта;
- информационно-консультационными службами для консультирования специалистов сельскохозяйственных организаций, фермеров и частных владельцев животных;
- научно-исследовательскими организациями при разработке эталонных рецептов рационов; для оценки влияния дисбаланса рационов по исследуемым компонентам питания и соотношения на продуктивность и здоровье животных, срок их промышленной эксплуатации; оценки влияния на показатели рациона новых компонентов питания при их включении в нормы кормления

о технологами комбикормового производства для оптимизации рецептов комбикормов;

о производителями кормовых добавок и разработчиками специфических кормовых продуктов для оценки эффективности дополнения кормов потенциального Заказчика разрабатываемыми кормовыми продуктами, для определения оптимальной цены кормового продукта;

о руководителями и главными специалистами животноводческих и кормопроизводящих предприятий для контроля качества работы подчинённых им подразделений и сотрудников;

о в учебном процессе при подготовке и переподготовке специалистов АПК.

По теме диссертации опубликовано 56 работ, общим объемом 37 п.л. Из них лично автору принадлежат 25 п.л.

Структура и содержание работы. Диссертация включает в себя введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения. В основном тексте диссертации содержится 20 таблиц и 91 рисунок. Список литературы включает 186 наименований.

Оглавление работы

Введение

Глава 1. Теоретико-методологические проблемы оперативного управления производством животноводческой продукции

1.1. Решения, принимаемые при оперативном управлении производством животноводческой продукции

1.2. Псевдооптимальность управленческих решений по кормлению животных

1.3. Проблемы повышения эффективности управления содержанием и эксплуатацией животных

1.4. Проблемы оптимизации кормовой базы

Глава 2. Совершенствование информационных технологий решения экономических задач в животноводстве

2.1. Информационно-технологический подход к совершенствованию управления бизнес-процессами

2.2. Информационная технология оптимизации рационов

2.3. Управление бизнес-процессом «Содержание и эксплуатация животных»

2.4. Инновационная концепция планирования и оценки кормовой базы.

Глава 3. Экономико-математические модели и методы оперативного управления производством животноводческой продукции

3.1. Экономико-математические модели оптимизации рационов

3.2. Оперативное управление содержанием и эксплуатацией животных

3.3. Методические решения по оптимизации кормовой базы

Глава 4. Компьютерные программы СППР оперативного управления экономикой производства животноводческой продукции

- 4.1. Общие принципы построения и характеристики комплекса программ «КОРАЛЛ»
- 4.2. Алгоритм оптимизации рационов на основе базовой модели
- 4.3. Программные решения автоматизации управления бизнес-процессом «Содержание и эксплуатация животных»
- 4.4. Алгоритм и программные решения оптимизации кормовой базы
- 4.5. Алгоритм оптимизации оборота стада
- 4.6. Обеспечение комплексного применения программ «КОРАЛЛ»

Глава 5. Применение разработанных инструментальных средств оптимизации управленческих решений

- 5.1. Совершенствование практики планирования рационов с помощью программ «КОРАЛЛ – Кормление»
- 5.2. Повышение обоснованности управленческих решений при использовании программы «КОРАЛЛ – Ферма КРС»
- 5.3. Планирование и анализ кормовой базы предприятия с помощью программы «КОРАЛЛ – Кормовая база»
- 5.4. Использование программ «КОРАЛЛ» региональными Управлениями животноводства и информационно-консультационными службами

Выводы по диссертации

Список литературы

Приложения

Содержание работы

В работе отмечено, что объемы производимой в настоящее время в стране животноводческой продукции не обеспечивают потребности населения и продовольственную безопасность РФ; при этом эффективность производства в разы ниже эффективности, достигнутой на животноводческих предприятиях передовых стран. Таблица 1 иллюстрирует, в частности, недоиспользование генетического потенциала животных в свиноводческих предприятиях (Прохорова Н.В., 2008 г.)

На Кубани от свиноматки получают в год 15-16 поросят. Затраты корма на 1кг прироста составляют 5–6 к. ед. при среднесуточном приросте свиней на откорме 350-360 г., в то время как в Дании, Германии и США от одной свиноматки в год получают 25-27 поросят, кормов на 1 кг прироста расходуется 2.7-3.0 кг, затраты труда на производство 1 ц свинины составляют 0.66-1.0 чел*час против российских затрат 20-25 чел*час (Трубилин А.И., 2008 г.).

Недоиспользование генетического потенциала сельскохозяйственных животных говорит о значительных резервах производства животноводческой продукции, использование которых существенно зависит от качества управленческих решений, близости их к объективно оптимальным.

Показано, что значительные резервы повышения эффективности производства скрыты в недоучете экономических факторов при формировании управленческих решений, недоиспользовании экономических механизмов регулирования.

Таблица 1. Уровень использования генетического потенциала свиней в сельскохозяйственных организациях Московской области

Показатели	Генетический потенциал	Средние фактические показатели	Использование генетического потенциала, %
Количество поросят на опорос, гол.	11	7.2	65.5
Количество опоросов свиноматки за год	3	1.6	53.3
Выход поросят при отъеме на матку, гол.	10	6.6	66.0
Среднесуточный прирост массы молодняка до 4-х мес., г	600	232	38.7
Затраты корма на 1 ц прироста массы, ц корм. ед.	3.4	6.3	54.0
Количество свинины на свиноматку в год, ц	36.0	10.4	28.9

В работе обосновано, что необходимым условием использования имеющихся резервов повышения эффективности производства животноводческой продукции является коренной пересмотр методического и математического обеспечения формирования управленческих решений, базирующийся на реинжиниринге управления бизнес-процессами. Понятие *«реинжиниринг управления бизнес-процессами»* вводится по аналогии с понятием реинжиниринга бизнес-процессов и служит замене неэффективных информационных технологий формирования управленческих решений новыми, устраняющими недостатки традиционных процедур формирования решений.

На основе реинжиниринга управления бизнес-процессами выполнена структуризация процесса оперативного управления производством животноводческой продукции (табл. 2), что позволило перейти к решению относительно автономных задач. На рис.1 представлена общая структурная схема оперативного управления производством животноводческой продукции.

Экономические показатели эффективности кормления животных относятся к главным индикаторам системы регулирования производства животноводческой продукции.

Таблица 2. Структуризация процесса оперативного управления производством животноводческой продукции

Оперативное управление производством животноводческой продукции					Комплекс компьютерных программ	
Процесс	Управленческие решения	Функции СППР	Концепция информативных технологий	Задачи	Математические модели	Програмное обеспечение
Содержание животноводческих	Задачи на выполнение технологических операций по обслуживанию животных	<ul style="list-style-type: none"> • Нормативное планирование • Планирование по отклонениям • Текучая оптимизация норм обслуживания 	Автоматизация учета, планирования, контроля и анализа на основе ведения электронной картотеки животных.	Моделирование физиологического состояния животных и их потребностей в обслуживании. Оптимизация норм обслуживания.	<ul style="list-style-type: none"> • роста и развития животных • норм обслуживания животных 	
Кормление животных:	Задачи на перевод животных	<ul style="list-style-type: none"> • Классификация животных по потребности в питании • Прогнозирование характеристик животных по периодам кормления 	Формирование групп животных с близкой потребностью в питании в заданные периоды времени. Экономическая оптимизация рациона с учетом всех основных экономических факторов.	Моделирование физиологического состояния, продуктивности животных и их потребностей в питании.	<ul style="list-style-type: none"> • роста и развития животных • потребности в питании • рациона • движения • животных по группам • кормления • кормового плана 	
Планирование продуктивности животных	Рацион	<ul style="list-style-type: none"> • Идентификация животных на принадлежность к группам кормления • Оптимизация рациона • Расчет кормового плана 	При расчете кормового плана учет динамики групп кормления.	Моделирование и оптимизация рациона. Моделирование движения животных по группам кормления.		
Планирование продуктивности животных	Плановые показатели продуктивности	<ul style="list-style-type: none"> • Прогнозирование продуктивности животных 	Учет роста и старения животных	Моделирование изменения продуктивности животных во времени	<ul style="list-style-type: none"> • изменения • продуктивности от возраста животных 	
Ремонт стада	Задачи на выбраковку животных. Заявки на пополнение стада	<ul style="list-style-type: none"> • Моделирование экономических ремонт стада 	Учет динамики продуктивности животных и пса на животных и продуктивно	Моделирование зависимости продуктивности животных от времени. Экономическая оптимизация ремонта стада	<ul style="list-style-type: none"> • кривой латенции • кривой латенции • замещения животных 	
Формирование кормовой базы	Заявки на приобретение кормов	<ul style="list-style-type: none"> • Плановое моделирование состава кормовой базы 	Оценка кормовой базы по кормовому эффекту и прибыли от использования кормов	Расчет кормового эффекта и оптимизация набора кормов	<ul style="list-style-type: none"> • кормовой базы 	

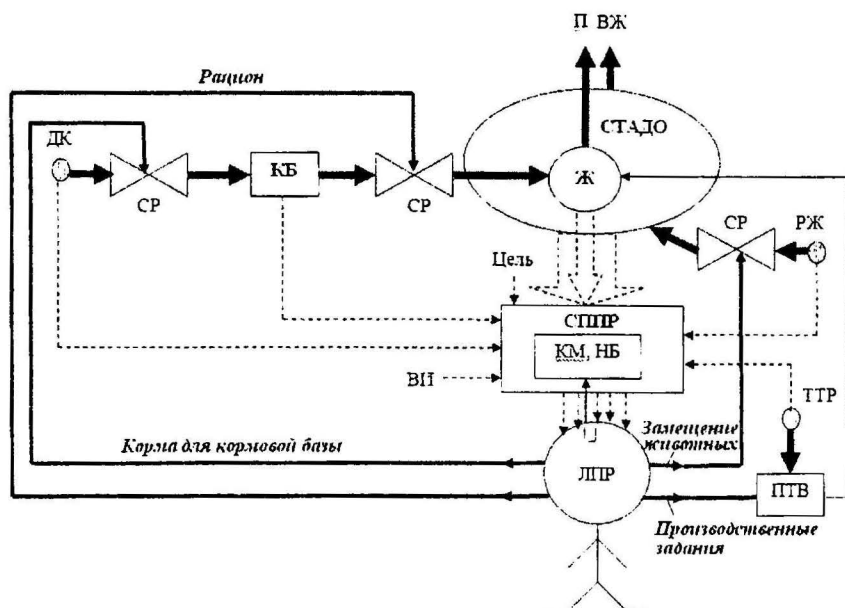


Рис. 1. Общая структурная схема оперативного управления производством животноводческой продукции

На схеме использованы следующие обозначения:

- > Информационная связь
- > Технологическое воздействие
- ==> Управленческое решение
- ===> Материальный поток

- ВЖ — выбраковываемые животные
- ВИ — внешняя информация
- ДК — доступные корма
- Ж — животное
- КБ — кормовая база
- КМ — комплекс моделей
- ЛПР — лицо, принимающее решения
- НБ — нормативная база
- П — продукт
- ПТВ — подсистема технологических воздействий
- РЖ — ремонтные животные
- СППР — система поддержки принятия решений
- СР — средства регулирования
- ТТР — технологические и трудовые ресурсы






Учёные-животноводы отмечают (Искрин В.В., 2002 г.): «корма и кормление оказывают большее влияние на продуктивность, чем порода и происхождение. Научными учреждениями установлено, что успех в животноводстве на 60% обусловлен кормлением животных. Никакая суперсовременная порода и самая современная технология ведения отрасли не сделают отрасль доходной, пока не будет решена проблема полноценного питания животных на протяжении всего периода хозяйственного использования».

Блок-схема системы управления бизнес-процессом «Кормление» для одного из частных случаев – кормления лактирующей коровы, представлена на рис. 2.



Рис. 2. Блок – схема системы управления бизнес-процессом «Кормление» для лактирующей коровы

На схеме использованы следующие обозначения:

-  – внешний носитель информации
-  – информационный процесс
-  – информация
-  – материальный поток (корма)
-  – технологическое оборудование

При управлении кормлением сельскохозяйственных животных основным управленческим решением является рацион. И оптимизация кормления в первую очередь сводится к оптимизации рациона, который планируется исходя из характеристик животного и получаемой от него продукции, условий содержания животного, набора и питательности кормов, ценовых показателей на продукцию и ресурсы.

Современная наука по кормлению сельскохозяйственных животных утверждает, что «хорошим» рационом может быть лишь рацион, сбалансированный по всем значимым компонентам питания, которые отражены в нормах кормления.

Многочисленные научные исследования констатируют, что при несбалансированном кормлении происходит снижение продуктивности животных, теряются их племенные качества, возникают болезни, ухудшаются показатели воспроизводства. При этом подчёркивается, что к потерям приводит не только недокорм животных по каким либо компонентам питания, но и перекорм.

В реальных производственных условиях добиться полной сбалансированности рационов по десяткам нормируемых компонентов, включаемых в нормы кормления, практически не удается. И тогда возникает вопрос – какому варианту из возможных комбинаций кормов отдать предпочтение? При ответе на этот вопрос каждый специалист выражает свое индивидуальное мнение ввиду отсутствия показателей, которые позволяли бы по общим формализованным правилам оценивать экономическую эффективность рационов. Таким образом, задача экономической оптимизации рационов остается одной из главных задач в управлении производством животноводческой продукции.

Различные способы кормления животных и технологии получения животноводческой продукции предопределяют необходимость применения разных процедур планирования рационов. Выполненная классификация решений (рационов) по видам кормления дана на рис. 3.

«Задача о рационе» относится к классическим задачам оптимизации. Её общая постановка выражается следующим образом (Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В., 2005 г.):

«Пусть имеется N продуктов (зерно, молоко и т.п.) и M веществ (жиры, белки, углеводы и пр.). Допустим, что для полноценного питания необходимо b_j единиц j -го вещества. При этом a_{ij} есть содержание j -го вещества в единице i -го продукта, а c_i – цена единицы i -го продукта.

Обозначив через x_i потребление i -го продукта, получаем задачу:»

$$\sum_{i=1}^N c_i * x_i \rightarrow \min, \quad \sum_{i=1}^N a_{ij} * x_i \geq b_j, \quad x_i \geq 0$$

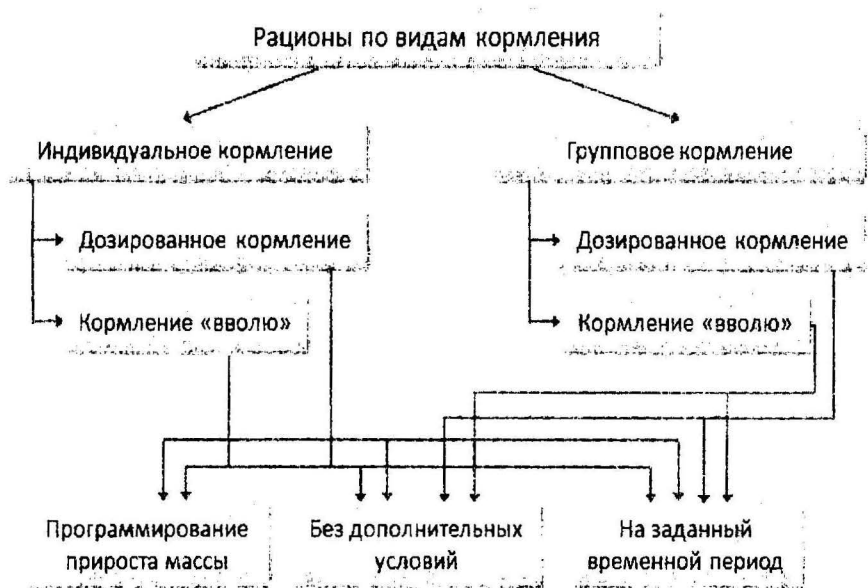


Рис. 3. Классификация решений (рационов) по видам кормления

Вместе с тем, планирование рационов — многофакторная оптимизационная задача, и ее решение требует применения специальных математических методов и компьютерной техники. Работы по проектированию рационов животных с применением математических методов и электронно-вычислительных машин ведутся за рубежом и в нашей стране более пятидесяти лет (Дж. Стинглер 1945 г., Ф. Ваф 1951 г., Е. Четыркин 1961 г.), причем постановка задачи оптимизации рациона по сути не меняется. Расчеты традиционно базируются на общем методическом принципе, сформулированном в середине прошлого столетия: «Добиться минимальной стоимости рациона при обеспечении его заданной питательности (определяемой устанавливаемыми интервалами допустимых значений компонентов и учитываемых соотношений)».

Такой подход давал хороший результат на раннем этапе применения метода при незначительном количестве балансируемых элементов (как правило, до 5-6). Прогрессивный в свое время методический подход не обеспечивает требований современной науки по кормлению животных к оптимизации рационов, так как на сегодняшний день ученые рекомендуют балансировать рационы по десяткам компонентов питания и их соотношений, и удовлетворить требуемые ограничения при составлении рационов из ограниченного набора кормов (которыми располагают

хозяйства) не представляется возможным; на практике животных кормят по несбалансированным рационам.

Несмотря на большие научные достижения в области теории кормления, практическая работа по планированию рационов выполняется с использованием упрощенных математических моделей рациона, что приводит к недополучению продукции (упущенной прибыли), снижению показателей воспроизводства, потерей животными здоровья и племенных качеств.

Кроме того, традиционная методика оптимизации рационов не отражает целей товарного сельскохозяйственного производства, формирующихся в условиях рыночной экономики.

Целью бизнес-процесса «Кормление» на товарных животноводческих предприятиях является получение максимальной прибыли от конверсии кормов в продукцию.

Получение прибыли предопределяется управленческими решениями, каждое из которых вносит свой вклад в общую прибыль, обеспечиваемую бизнес-процессом.

Для экономической оценки отдельного решения введено понятие «локальный формирователь прибыли». Под локальным формирователем прибыли понимается отдельное управленческое решение, которое формирует условия, направленные на получение прибыли. Экономическая эффективность решения, рассматриваемого как локальный формирователь прибыли, характеризуется величиной формируемой им прибыли.

Применение понятия «локальный формирователь прибыли» позволяет проводить «точный» анализ процесса формирования прибыли в цепи управления производством и «точно» управлять формированием прибыли.

Экономическая эффективность рациона, рассматриваемого как локальный формирователь прибыли, оценивается по прибыли, обеспечиваемой рационом:

$$ПР = (C_{\text{прод}}^B - П_{\text{прод}}) - П_{\text{цж}} - C_{\text{рац}} \text{ (руб.)}$$

где $ПР$ – прибыль, обеспечиваемая рационом; $C_{\text{прод}}^B$ – стоимость продукции, которая может быть получена от животного при полностью сбалансированном рационе, приведенная к одним суткам; $П_{\text{прод}}$, $П_{\text{цж}}$ – соответственно потери по продуктивности и потери по ценности животного, вызываемые дисбалансом рациона; $C_{\text{рац}}$ – стоимость рациона.

Прибыль рациона определяется как стоимость суточной продукции $(C_{\text{прод}}^B - П_{\text{прод}})$, производимой животным, за вычетом потерь по ценности животного и стоимости рациона.

Традиционно оптимизация рационов выполняется на основе линейной экономико-математической модели, целевой функцией в которой является минимум стоимости рациона, а ограничениями – допустимые интервалы значений содержания в рационе нормируемых компонентов питания. Применение жестких ограничений на содержание компонентов питания в рационе искажает фактическую зависимость потерь от нарушения норм

кормления, так как зависимость потерь от дисбаланса каждого компонента питания является монотонно возрастающей и нелинейной.

Из применения реинжиниринга к традиционной информационной технологии оптимизации рационов следуют следующие принципиальные изменения:

- 1) Учет в модели рациона экономических потерь, возникающих из-за дисбаланса рациона.
- 2) Замена жестких ограничений на содержание компонентов питания в рационе функциями потерь.
- 3) Введение меры экономической эффективности рациона.
- 4) Подчинение основного критерия оптимизации рациона цели товарного производства – максимизации прибыли.
- 5) Введение меры общей сбалансированности рациона.
- 6) Замена линейного метода решения задачи на нелинейный.

Таким образом, традиционная модель, используемая при оптимизации рационов, неадекватна экономической сущности и технологическим свойствам рациона.

В соответствии с классификацией рационов по видам кормления (см. рис. 3) разработан ряд моделей рационов, в которых учитываются все значимые экономические факторы и отражены технологические свойства рационов. Применение новых моделей существенно повышает качество оптимизации рационов.

Как базовая модель рассматривается модель рациона для индивидуального дозированного кормления без дополнительных условий (см. рис. 3). Модели рационов для других видов кормления получены путем модификации этой базовой модели.

Базовая модель рациона (для индивидуального дозированного кормления без дополнительных условий)

Множество кормов в рационе

$$X = \{x_j \mid x_{\min j} \leq x_j \leq x_{\max j}, j \in [1, M]\}$$

где x_j – масса j -го корма в рационе (независимая переменная); $x_{\min j}$, $x_{\max j}$ – минимально и максимально допустимые массы j -го корма в рационе; M – количество кормов в рационе.

Содержание питательных веществ в рационе

$$кп_i = \sum_{j=1}^M v_{ij} * x_j$$

где $кп_i$ – содержание i -го компонента питания в рационе ($i \in [1, N]$); v_{ij} – содержание i -го компонента питания в единице j -го корма; N – количество нормируемых компонентов питания.

Значения контролируемых в рационе соотношений

$$ск_k = f_k(КП, X, M_{\text{рац}})$$

где $ск_k$ – значение k -го соотношения ($k \in [1, L]$); f_k – функция, которой описывается k -е соотношение; КП – множество значений компонентов питания, содержащихся в рационе; $M_{\text{рац}}$ – масса рациона; L – количество нормируемых соотношений.

Потери, обусловленные дисбалансом рациона и отклонениями от плана расходования кормов

$$\Pi = \sum_{p=1}^K \left(\sum_{i=1}^N y_{pi}(\alpha_i) \right) + \sum_{k=1}^L y_{pk}(\alpha_k) + \sum_{j=1}^M y_j(\alpha_j)$$

где Π – сумма потерь, обусловленных дисбалансом рациона и отклонениями от плана расходования кормов; K – количество учитываемых видов потерь; N – количество нормируемых компонентов питания; L – количество нормируемых соотношений; M – количество кормов в рационе; $y_{pi}(\alpha_i)$ – потери p -го вида, вызываемые отклонением от нормы i -го компонента питания ($p \in [1, K]$; $i \in [1, N]$); α_i – относительное значение i -го компонента питания; $y_{pk}(\alpha_k)$ – потери p -го вида, вызываемые отклонением от нормы k -го нормируемого соотношения ($p \in [1, K]$; $k \in [1, L]$); α_k – относительное значение k -го нормируемого соотношения; $y_j(\alpha_j)$ – потери, вызываемые отклонением от плановой массы содержания в рационе j -го корма; α_j – относительное содержание в рационе j -го корма.

Потери определяются функциями потерь. Общее описание функций потерь представлено следующими выражениями:

$$y(\alpha) = \begin{cases} L1 * ((2 - L0 - \alpha)^{L2} - 1), & \alpha \in [0, 1 - L0) \\ 0, & \alpha \in [1 - L0, 1 + M0] \\ M1 * ((\alpha - M0)^{M2} - 1), & \alpha \in (1 + M0, +\infty) \end{cases}$$

где $L0, L1, L2$ – коэффициенты, с помощью которых задается конкретный вид левой ветви функции потерь, когда относительное значение компонента питания, соотношения или массы корма меньше нормы или планового значения;

$M0, M1, M2$ – коэффициенты, с помощью которых задается конкретный вид правой ветви функции потерь, когда относительное значение компонента питания, соотношения или массы корма больше нормы или планового значения.

Функциональный смысл коэффициентов:

$L0, M0$ – определение зоны нечувствительности к отклонениям значения аргумента от единицы;

$L1, M1$ – пропорциональность между отклонениями аргумента от единицы и возникающими из-за этого потерями;

$L2, M2$ – нелинейность зависимости потерь от значения аргумента.

Экономические показатели рациона

- Стоимость рациона:

$$C_{\text{рац}} = \sum_{j=1}^M C_{\text{корм}aj}$$

где $C_{\text{рац}}$ – общая стоимость кормов, входящих в рацион (стоимость рациона);

$C_{\text{корм}aj}$ – стоимость j -го корма в рационе:

$$C_{\text{корм}aj} = Ц_{pj} * x_j \quad \text{при } x_j \in [0, M_{\text{пл}j}]$$

$$C_{\text{корм}aj} = Ц_{pj} * M_{\text{пл}j} + Ц_{зj} * (x_j - M_{\text{пл}j}) \quad \text{при } x_j \in (M_{\text{пл}j}, M_{\text{макс}j}]$$

$Ц_{pj}$ – цена имеющегося в наличии («планового») j -го корма; $Ц_{зj}$ – «кассовая» цена j -го корма для случая его закупки; $M_{\text{пл}j}$ – план расходования j -го корма на одну гол. в сутки; $M_{\text{макс}j}$ – максимально допустимое содержание j -го корма в рационе.

Под «кассовой» ценой корма понимается сумма цены закупки корма и накладных расходов предприятия, связанных с закупкой.

- Сбалансированность:

$$СБ = (1 - П_{\text{дисб}} / C_{\text{прод}}^B) * 100 (\%)$$

где СБ – сбалансированность рациона; $C_{\text{прод}}^B$ – стоимость продукции, которая может быть получена от животного за одни сутки при полностью сбалансированном рационе; $П_{\text{дисб}}$ – общие потери, вызываемые дисбалансом рациона.

- Прибыль:

$$ПР = C_{\text{прод}}^B - (П_{\text{дисб}} + П_{\text{корм}}) - C_{\text{рац}} \text{ (руб.)}$$

где ПР – прибыль, обеспечиваемая рационом; $П_{\text{корм}}$ – потери, возникающие из-за нарушения плана расходования кормов.

- Рентабельность:

$$R = ПР / (C_{\text{рац}} + П_{\text{цж}} + П_{\text{корм}}) * 100 (\%)$$

где R – уровень рентабельности рациона; $П_{\text{цж}}$ – потери по ценности животного, вызываемые дисбалансом рациона.

- Обеспечиваемая рационом продуктивность:

$$ПРОД_{\text{об}} = (C_{\text{прод}}^B - П_{\text{прод}}) / Ц_{\text{прод}}$$

где $ПРОД_{\text{об}}$ – суточная продуктивность животного, обеспечиваемая рационом; $П_{\text{прод}}$ – потери по продуктивности животного, вызываемые дисбалансом рациона; $Ц_{\text{прод}}$ – цена единицы продукции.

Критерии оптимизации рациона

- максимальная прибыль

$$П + C_{\text{рац}} \rightarrow \min$$

- максимальная рентабельность

$$R \rightarrow \max$$

- максимальная сбалансированность

$$П - П_{\text{корм}} \rightarrow \min,$$

где $\Pi_{\text{корм}}$ – хозяйственные потери, вызываемые отклонениями расходования кормов от плана:

$$\Pi_{\text{корм}} = \sum_{j=1}^M y_j(\alpha_j)$$

$y_j(\alpha_j)$ – потери, возникающие из-за нарушения планового расходования j -го корма;

$$\alpha_j = x_j / x_{\text{пл}j}$$

– при оптимизации рациона по критерию «максимальная сбалансированность» функции потерь используются как весовые функции значимости компонентов питания и соотношений в кормлении животного;

- максимальная продуктивность

$$\Pi_{\text{прод}} \rightarrow \min$$

– при оптимизации рациона по критерию «максимальная продуктивность» минимизируются потери по продуктивности;

- максимальная сохранность животного

$$\Pi_{\text{цж}} \rightarrow \min$$

– критерий «максимальная сохранность животного» выражается через минимизацию потерь по ценности животного;

- максимальная прибыль при заданной сбалансированности

$$\Pi + C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } СБ_{\text{рац}} \geq СБ_{\text{зад}},$$

где $СБ_{\text{рац}}$ – сбалансированность рациона;

$СБ_{\text{зад}}$ – требуемая сбалансированность рациона

– «Максимальная прибыль при заданной сбалансированности» обеспечивает достижение максимальной прибыли рациона при сбалансированности не ниже заданной;

- максимальная прибыль при стоимости рациона не выше заданной

$$\Pi + C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } C_{\text{рац}} \leq C_{\text{рац зад}},$$

где $C_{\text{рац}}$ – стоимость рациона;

$C_{\text{рац зад}}$ – заданная стоимость рациона

– обеспечивает достижение максимальной прибыли рациона при стоимости кормов не выше заданной;

- максимальная сбалансированность при заданной стоимости рациона

$$\Pi - \Pi_{\text{корм}} \rightarrow \min \text{ при } C_{\text{рац}} \leq C_{\text{рац зад}}$$

– обеспечивает достижение максимальной сбалансированности рациона при стоимости кормов не выше заданной;

- максимальная рентабельность при заданной сбалансированности

$$P \rightarrow \max \text{ при } СБ_{\text{рац}} \geq СБ_{\text{зад}}$$

– обеспечивает достижение максимальной рентабельности рациона при сбалансированности рациона не ниже заданной;

- минимальная стоимость рациона при заданной сбалансированности

$$C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } СБ_{\text{рац}} \geq СБ_{\text{зад}}$$

– минимизирует стоимость рациона при сбалансированности рациона не ниже заданной;

- минимальная стоимость рациона при продуктивности не ниже заданной

$$C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } \text{ПРОД}_{\text{об}} \geq \text{ПРОД}_{\text{зад}},$$

где $\text{ПРОД}_{\text{зад}}$ – заданная продуктивность;

– минимизирует стоимость рациона при обеспечении продуктивности животного не ниже заданной Пользователем;

- минимальная стоимость рациона при ограничениях на питательность

$$C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } (k_{p_i \text{ мин}} \leq k_{p_i} \leq k_{p_i \text{ макс}}),$$

где k_{p_i} – содержание i -го компонента питания в рационе ($i \in [1, N]$);

$k_{p_i \text{ мин}}$ – минимально допустимое содержание в рационе i -го компонента питания;

$k_{p_i \text{ макс}}$ – максимально допустимое содержание в рационе i -го компонента питания;

N – количество нормируемых компонентов питания;

– минимизирует стоимость рациона при учете ограничений на содержание в рационе компонентов питания, указываемых Пользователем;

- максимальная прибыль при продуктивности не ниже заданной

$$P + C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } \text{ПРОД}_{\text{об}} \geq \text{ПРОД}_{\text{зад}}$$

– обеспечивает достижение максимальной прибыли рациона при продуктивности не ниже заданной;

- максимальная прибыль при заданной продуктивности

$$P + C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } (\text{ПРОД}_{\text{зад}} - \Delta) \leq \text{ПРОД}_{\text{об}} \leq (\text{ПРОД}_{\text{зад}} + \Delta),$$

где Δ – задаваемая точность обеспечения требуемой продуктивности;

– обеспечивает максимальную прибыль рациона при продуктивности, соответствующей заданной с точностью $\pm \Delta$;

- максимальная сохранность животного при продуктивности не ниже заданной

$$P_{\text{цж}} \rightarrow \min \text{ при } \text{ПРОД}_{\text{об}} \geq \text{ПРОД}_{\text{зад}}$$

– обеспечивает максимальную сохранность животного при продуктивности не ниже заданной;

- минимальная стоимость рациона при заданной продуктивности

$$C_{\text{рац}} \rightarrow \min \text{ при } \text{ПРОД}_{\text{об}} \geq \text{ПРОД}_{\text{зад}}$$

– обеспечивает минимум стоимости рациона при продуктивности не ниже заданной;

- максимальная рентабельность при продуктивности не ниже заданной

$$P \rightarrow \max \text{ при } \text{ПРОД}_{\text{об}} \geq \text{ПРОД}_{\text{зад}}$$

– обеспечивает максимальную рентабельность рациона при продуктивности не ниже заданной;

- определение семейства рационов, близких к оптимальному по прибыли

$$ПР \in [ПР_{\max} - \Delta, ПР_{\max}],$$

где $ПР_{\max}$ – максимальная (предельно возможная) прибыль, обеспечиваемая рационом;

Δ – допустимое отклонение от максимальной прибыли;

– обеспечивает поиск семейства рационов, близких к абсолютно оптимальному по прибыли;

- определение семейства рационов, близких к оптимальному по сбалансированности

$$СБ \in [СБ_{\max} - \Delta, СБ_{\max}],$$

где $СБ_{\max}$ – максимальная (предельно возможная) сбалансированность рациона;

Δ – допустимое отклонение от максимальной сбалансированности;

– обеспечивает поиск семейства рационов, близких к абсолютно оптимальному по сбалансированности;

- определение семейства рационов, близких к оптимальному по рентабельности

$$Р \in [Р_{\max} - \Delta, Р_{\max}],$$

где $Р_{\max}$ – максимальная (предельно возможная) рентабельность рациона;

Δ – допустимое отклонение от максимальной рентабельности;

– обеспечивает поиск семейства рационов, близких к абсолютно оптимальному по рентабельности;

- определение семейства рационов, близких к оптимальному по продуктивности

$$ПРОД \in [ПРОД_{\max} - \Delta, ПРОД_{\max}],$$

где $ПРОД_{\max}$ – максимальная (предельно возможная) продуктивность, обеспечиваемая рационом;

Δ – допустимое отклонение от максимальной продуктивности;

– обеспечивает поиск семейства рационов, близких к абсолютно оптимальному по продуктивности.

Эффективность применения новой модели рациона оценена путем вычислительного эксперимента. Брались рационы, рассчитанные по традиционной методике и рекомендованные как оптимальные, и оценивалась обеспечиваемая ими прибыль. Затем, из того же набора кормов рассчитывались рационы с использованием новой модели. Прибыль, обеспечиваемая рационами, оптимизированными по новой модели, оказалась выше прибыли ранее рекомендованных рационов на 15 – 50 %.

Модификация базовой модели рациона для группового дозированного кормления животных

Потери, обусловленные дисбалансом рациона и отклонениями от планового расходования кормов

$$\Pi = \sum_{g=1}^G \Pi_{\text{дисб } g} + \Pi_{\text{корм}} * G$$

где Π – сумма потерь в группе, обусловленных дисбалансом рациона для каждого животного и отклонениями расходования кормов от планового; G – количество животных в группе; $\Pi_{\text{дисб } g}$ – потери, вызываемые дисбалансом рациона для g -го животного группы ($g \in [1, G]$):

$$\Pi_{\text{дисб } g} = \sum_{p=1}^K \left(\sum_{i=1}^N y_{pi}(\alpha_{ig}) \right) + \sum_{k=1}^L y_{pk}(\alpha_{kg})$$

где K – количество учитываемых видов потерь; N – количество нормируемых компонентов питания; L – количество нормируемых соотношений; $y_{pi}(\alpha_{ig})$ – потери p -го вида, вызываемые отклонением от нормы i -го компонента питания ($p \in [1, K]$; $i \in [1, N]$); α_{ig} – относительное значение i -го компонента питания для g -го животного (отношение количества i -го компонента питания, содержащегося в рационе, к норме этого компонента для g -го животного); $y_{pk}(\alpha_{kg})$ – потери p -го вида, вызываемые отклонением от нормы k -го нормируемого соотношения ($p \in [1, K]$; $k \in [1, L]$); α_{kg} – относительное значение k -го нормируемого соотношения для g -го животного; $\Pi_{\text{корм}}$ – хозяйственные потери, вызываемые отклонениями расходования кормов от плана, приходящиеся на одно животное.

Общая сбалансированность рациона для животных группы:

$$\text{СБ} = \left(1 - \left(\sum_{g=1}^G \Pi_{\text{дисб } g} \right) / \left(\sum_{g=1}^G \text{С}_{\text{прод } g}^{\text{Б}} \right) \right) * 100 (\%)$$

где СБ – интегральная сбалансированность рациона относительно норм кормления для всех животных группы; $\text{С}_{\text{прод } g}^{\text{Б}}$ – стоимость продукции, которая может быть получена от g -го животного при полностью сбалансированном рационе; $\Pi_{\text{дисб } g}$ – потери, вызываемые дисбалансом рациона для g -го животного.

Сбалансированность группового рациона интегрально характеризует степень соответствия питательности рациона нормам кормления всех животных группы.

Прибыль от группы животных, обеспечиваемая рационом:

$$\Pi P = \sum_{g=1}^G \Pi P_g \text{ (руб.)}$$

$$\Pi P_g = (\text{С}_{\text{прод } g}^{\text{Б}} - \Pi_{\text{прод } g}) - \Pi_{\text{ш } g} - \text{С}_{\text{рац}} \text{ (руб.)}$$

Рентабельность кормления группы животных по рассматриваемому рациону:

$$P = \Pi P / (\text{С}_{\text{рац}} * G + \sum_{g=1}^G \Pi_{\text{ш } g}) * 100 (\%)$$

где ΠP – прибыль от группы животных, обеспечиваемая рационом; ΠP_g – прибыль от g -го животного, обеспечиваемая рационом; $C^B_{\text{прод } g}$ – стоимость продукции, которая может быть получена от g -го животного за одни сутки при полностью сбалансированном рационе; $\Pi_{\text{прод } g}$ – потери по продуктивности g -го животного, вызываемые дисбалансом рациона; $\Pi_{\text{цж } g}$ – потери по ценности g -го животного, вызываемые дисбалансом рациона; $C_{\text{рац}}$ – стоимость рациона; P – уровень рентабельности группового рациона.

Суммарная продуктивность группы животных, обеспечиваемая рационом:

$$\text{ПРОД}_{\text{об}} = \sum_{g=1}^G (C^B_{\text{прод } g} - \Pi_{\text{прод } g}) / C_{\text{прод}}$$

где $\text{ПРОД}_{\text{об}}$ – суточная продуктивность группы, обеспечиваемая рационом; $C^B_{\text{прод } g}$ – стоимость продукции, которая может быть получена от g -го животного за одни сутки при полностью сбалансированном рационе; $\Pi_{\text{прод } g}$ – потери по продуктивности g -го животного, вызываемые дисбалансом рациона; $C_{\text{прод}}$ – цена единицы продукции.

На практике оптимизация рационов выполняется не только для фактического кормления животных, но используется и при моделировании более общих задач управления сельскохозяйственным производством. При этом продуктивность животных берется равной той, по которой рассчитывался рацион. Это ведет к существенной погрешности результатов моделирования, так как при несбалансированном кормлении продуктивность животных, обеспечиваемая рационом, всегда ниже используемой для расчета.

Таким образом, от точности расчета рационов зависят план производства кормов, производственная структура хозяйства и распределение полученных кормов.

Новые модели рациона предопределили необходимость смены метода вычислений, переход на метод нелинейной оптимизации. С учетом особенностей новой модели рациона и специфики решаемой задачи (нелинейность функций потерь, наличие локальных оптимумов и ограничений на массы кормов, множественность критериев оптимизации, диалоговый способ решения и др.) с целью повышения эффективности вычислений разработан метод оптимизации, отличный от известных. Прототипом представляемого метода является метод прямого поиска Хука – Дживса (Банди Б., 1988 г.).

Метод оптимизации, разработанный в рамках настоящего исследования и названный методом *совмещенных двойственных направлений*, обеспечивает на каждом шаге поиска одновременно приращение для одной из переменных и уменьшение для другой, т. е. на каждом шаге ищется пара переменных, которая за счет одновременного (совмещенного) увеличения-уменьшения их значений приводит к наибольшей скорости спуска функции $f(x)$. Последовательные приближения к решению строятся по формуле:

$$x_{k+1} = x_k + (\alpha_k^i p^i - \alpha_k^j p^j)^*,$$

где p^1, p^2, \dots, p^n – базис пространства E^n ; α_k^i, α_k^j – скалярные множители, определяющие длину шага соответственно по осям I и J ; $(\alpha^i p^i, -\alpha^j p^j)^*$ – пара, выражающая собой увеличение и уменьшение значений переменных по осям I и J , которая из всех возможных парных сочетаний переменных в пространстве E^n обеспечивает наибольшую скорость спуска функции $f(x)$ на $(k+1)$ -м шаге.

Пара $(\alpha^i p^i, -\alpha^j p^j)^*$ находится из минимального значения функции $f(x)^*$, вычисляемой при полном переборе переменных вектора x , включая фиктивную переменную x^0 :

$$f(x)^* = \min(\{f(x_k + (\alpha^i p^i - \alpha^j p^j)) \mid i \in [0, n]; j \in [0, n]; i \neq j\})$$

$$f(x)^* \rightarrow (\alpha^i p^i, -\alpha^j p^j)^*.$$

Скалярные множители α^i и α^j определяются выражениями:

$$\alpha^i = \begin{cases} \Delta * x_{\max}^i & \text{при } (x_k^i + \Delta * x_{\max}^i) \leq x_{\max}^i \\ x_{\max}^i - x_k^i & \text{при } (x_k^i + \Delta * x_{\max}^i) > x_{\max}^i \end{cases}$$

$$\alpha^j = \begin{cases} \Delta * x_{\max}^j & \text{при } (x_k^j - \Delta * x_{\max}^j) \geq x_{\min}^j \\ x_k^j - x_{\min}^j & \text{при } (x_k^j - \Delta * x_{\max}^j) < x_{\min}^j, \end{cases}$$

где Δ – заданная относительная точность определения значений переменных вектора x ; x_{\max}^i – максимально допустимое значение i -той переменной; x_k^i – значение i -той переменной на k -том шаге оптимизации; x_{\min}^j – минимально допустимое значение j -той переменной; x_{\max}^j – максимально допустимое значение j -той переменной; x_k^j – значение j -той переменной на k -том шаге оптимизации; x^0 – фиктивная переменная; введена для обеспечения возможности движения функции $f(x)$ только по одному из направлений: p^i или p^j ; $x^0 = x_{\min}^0 = x_{\max}^0 = 0$.

За базисную точку для начала вычислений может быть взята любая точка в пространстве E^n в пределах допустимых значений переменных.

На рис. 4 представлена блок-схема алгоритма оптимизации рационов на основе базовой модели по методу совмещенных двойственных направлений. В дополнение к обозначениям, использовавшимся при описании метода, на блок-схеме используются: F – текущее минимальное значение функции $f(x)$; x^* – вектор независимых переменных, соответствующий текущему минимальному значению функции $f(x)$.

С целью сокращения времени вычислений за базисную точку принимается вектор x со значениями переменных:

$$x^i = (x_{\min}^i + x_{\max}^i) / 2, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Исследования показали, что метод совмещенных двойственных направлений обеспечивает большую надежность в поиске глобального оптимума с меньшим временем решения задачи по сравнению с методом-прототипом.

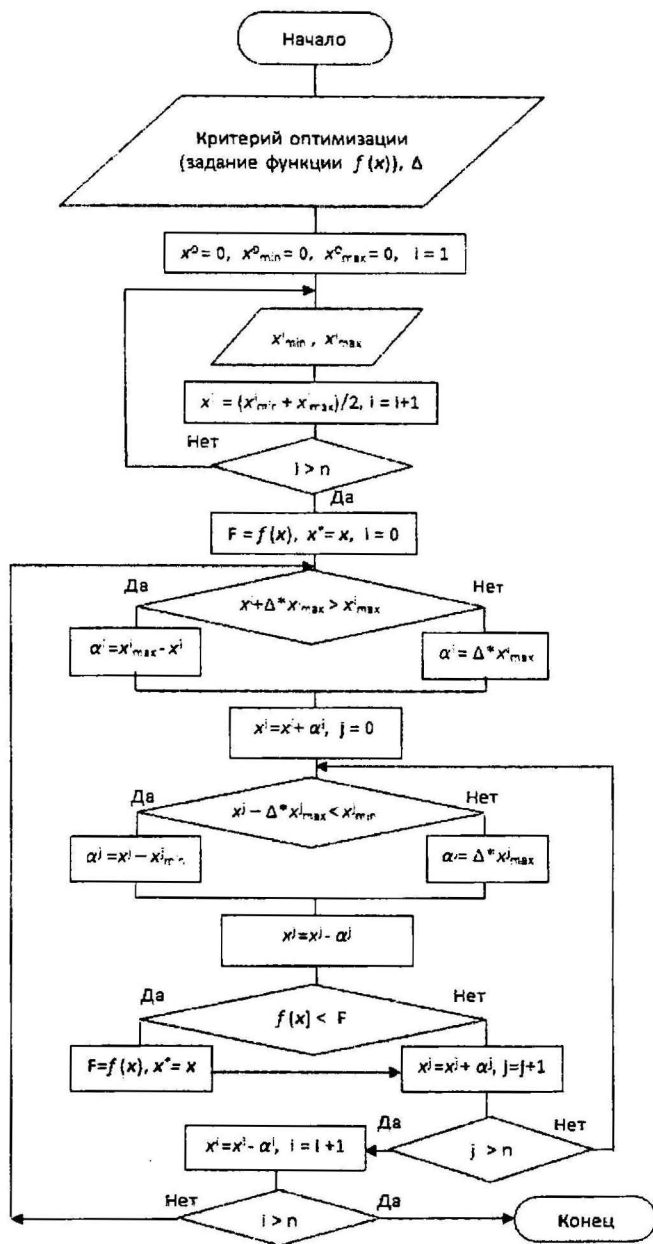


Рис. 4. Алгоритм оптимизации рационов по методу совмещенных двойственных направлений

Животное – биологический объект в системе производства продукции и требует постоянного обслуживания при его эксплуатации. Поэтому ежедневной задачей, решаемой работниками зоотехнических служб, является выполнение научно рекомендуемого регламента эксплуатации животных.

Показано, что к числу основных факторов, сдерживающих достижение высоких экономических показателей производства животноводческой продукции, относится нарушение оптимальных сроков проведения технологических операций по содержанию и эксплуатации животных. Это в значительной степени обусловлено «ручной» технологией учета состояния животных и технологических операций по их эксплуатации, неоптимальным планированием производственных мероприятий, отсутствием эффективных средств анализа производства, что приводит к значительным экономическим потерям.

Непрерывное изменение физиологического состояния животных, динамика изменения состава стада требуют оперативного решения задачи обеспечения животных кормами. Отсутствие научно обоснованных методик и алгоритмов формирования групп кормления приводит к неоптимальному использованию кормов, появлению дополнительной составляющей недоиспользования продуктивного потенциала животных.

Реинжиниринг управления бизнес-процессом «Содержание и эксплуатация животных» содержит три основные позиции, направленные на оптимизацию процесса:

- Введение «электронной картотеки» учёта животных.
- Автоматизацию учёта, планирования, контроля и анализа состояния животных и технологических операций по их эксплуатации.
- Автоматизацию формирования групп кормления на основе оперативного учета и прогноза физиологического состояния животных.

Обоснована необходимость комплексного решения названных задач.

Решена задача динамического формирования групп кормления.

Группа кормления представляет собой некоторое количество животных одного вида, объединённых на определённое время для однотипного кормления. Группы кормления формируются, как правило, на основании деления животных по фазам развития с учётом хозяйственного назначения животных. Идентифицирующими признаками фазы развития для растущих животных являются возраст и хозяйственное назначение; для взрослых самок – период физиологического цикла (цикла воспроизводства); для взрослых самцов – возраст; для взрослых животных на откорме – их масса. Задача динамического формирования групп кормления решается в следующей последовательности:

- 1) Задаются характеристики фаз развития животных (фазы).

2) Составляется прогноз рождаемости животных, родов и результативных осеменений самок по дням на задаваемый период времени.

3) Определяется посуточное поголовье животных в фазах развития на заданный период времени по данным картотеки животных с учётом прогноза рождаемости, родов и осеменений.

Экономическая результативность эксплуатации животных выражается степенью соблюдения научно обоснованных технологических норм содержания животных. Удлинение или сокращение сервис-периода, периода запуска, снижение эффективности осеменений приводят к конкретным экономическим потерям: снижению продуктивности животных, уменьшению количества приплода, сокращению сроков эксплуатации животных, снижению оплаты корма продукцией. Поэтому величины отклонений технологических показателей эксплуатации животных от нормы следует рассматривать как экономические показатели.

Экономически оптимальное кормление животных возможно лишь при рациональной организации обеспечения животных кормами, и формирование кормовой базы предприятия входит в число наиболее значимых задач, которые приходится решать руководителям и специалистам животноводческих предприятий.

Задача экономической оптимизации кормовой базы определяется целью бизнес-процесса «Планирование кормовой базы»: «За счёт рационального подбора кормов обеспечить в данных условиях содержания животных максимальную экономическую эффективность конверсии корма в продукцию».

Результирующим показателем, обобщенно характеризующим кормовую базу, является совокупность кормов, поставляемых на обеспечение процесса производства животноводческой продукции. По существующей практике кормовая база оценивается степенью удовлетворения потребностей животных в одном или нескольких «основных» компонентах питания в соответствии с нормами кормления. В простейшем случае контролируемыми компонентами питания являются энергия, или энергия и переваримый протеин; в более сложных вариантах набор контролируемых компонентов питания несколько расширяется. При этом расчеты ведутся на некоторых «средних» в своем виде животных. Такой подход к оценке кормовой базы не отражает фактической обеспеченности животных кормами и экономической сущности использования кормов.

Объективно обеспеченность животных кормами характеризуется степенью использования продукционного потенциала животных и их «сохранностью» как средства производства. Чем лучше обеспеченность животных кормами, тем меньше их сверхнормативный «износ». В соответствии с требованиями МСФО – 41 «Сельское хозяйство» износ животных оценивается как убытки от сельскохозяйственной деятельности, проявляющиеся в снижении биологических активов.

Для иллюстрации возможных ошибок при планировании и оценке кормовой базы при ее измерении энергетическими единицами и количеством переваримого протеина в работе выполнен сравнительный анализ двух рационов для лактирующей коровы с потенциальным суточным удоем 20 кг (под потенциальным удоем понимается удой, который может быть получен от коровы при полностью сбалансированном рационе по всем нормируемым компонентам питания). Рационы разработаны для двух хозяйств, располагающих разным набором кормов. Оба рациона содержат одинаковое количество энергии (18.44 ЭКЕ), соответствующее нормам кормления, и достаточное содержание переваримого протеина, но имеют разную сбалансированность по другим компонентам питания.

Несбалансированность рационов вызывает снижение удоя по сравнению с потенциальным, ухудшает показатели воспроизводства и приводит к снижению ценности коровы как средства производства молока (возникновение болезней, необратимое снижение продуктивности, сокращение срока эксплуатации). В результате производственный потенциал, который несут в себе эксплуатируемые животные, недоиспользуется и нерационально расходуется. Существенное различие в использовании производственного потенциала коров при их кормлении рассматриваемыми рационами характеризуют суточные удои. По экспертной оценке первый рацион обеспечивает получение лишь 14.17 кг молока в сутки, а второй – 18.5 кг.

Традиционная методика планирования кормовой базы не позволяет ставить вопрос об её экономической оптимизации в смысле достижения максимальной экономической отдачи от использования кормов, так как не содержит механизма оценки эффекта от кормления животных разными рационами.

На основании реинжиниринга управления бизнес-процессом «Формирование и использование кормовой базы» для отображения степени обеспеченности животных кормами с экономической точки зрения и последующей оптимизации кормовой базы введена новая экономическая категория – «кормовой эффект».

Кормовой эффект кормовой базы равен стоимости продукции, обеспечиваемой кормами, составляющими кормовую базу, при их использовании в кормлении животных, за вычетом потерь по ценности животных, вызываемых несбалансированностью кормления.

$$КЭ = C_{\text{прод}} - \Pi_{\text{жж}}$$

где КЭ – кормовой эффект кормовой базы; $C_{\text{прод}}$ – стоимость животноводческой продукции, обеспечиваемой кормами, составляющими кормовую базу; $\Pi_{\text{жж}}$ – потери по ценности животных, вызываемые несбалансированностью кормления.

Или:

$$КЭ = C_{\text{прод}}^{\text{Б}} - \Pi_{\text{дисб}}$$

где $C_{\text{прод}}^{\text{б}}$ – стоимость продукции, которая может быть получена от животных при сбалансированном кормлении; $\Pi_{\text{дисб}}$ – общие потери, вызываемые дисбалансом рационов.

Потенциальный (предельный) кормовой эффект ($KЭ_{\text{пот}}$) кормовой базы равен стоимости продукции, которая может быть получена от животных за рассматриваемый период времени при сбалансированном кормлении (потери по продуктивности и ценности животных при сбалансированном кормлении отсутствуют):

$$KЭ_{\text{пот}} = C_{\text{прод}}^{\text{б}}$$

Кормовой эффект кормовой базы зависит не только от количества и питательности составляющих кормовую базу кормов, но и от того, насколько правильно они используются.

При несбалансированном кормлении животных кормовой эффект кормовой базы ниже потенциального на величину потерь, вызываемых применением конкретных рационов, питательность которых, в общем случае, отличается от требуемой по нормам кормления.

Для оценки обеспеченности животных кормами в рассматриваемый период времени введен показатель: «уровень обеспеченности кормами (УОК)», который определяется отношением величины фактического кормового эффекта кормовой базы к потенциальному.

$$УОК = KЭ / KЭ_{\text{пот}} * 100, \%$$

Состав кормовой базы на определенный период времени вычисляется по сформированным группам кормления и рационам, рассчитанным для этих групп в следующей последовательности:

Массы кормов по фазам и дням:

$$M_{kft} = m_{kft} * \Gamma_f,$$

где M_{kft} – масса k-го корма, требующаяся для обеспечения кормами животных f-той фазы развития в t-тый день заданного периода времени ($k \in [1, K]$, $f \in [1, F]$, $t \in [T_{\text{нач}}, T_{\text{кон}}]$); K – общее количество кормов, входящее в состав рационов всех фаз развития животных; F – общее количество фаз; $T_{\text{нач}}$, $T_{\text{кон}}$ – соответственно начальная и конечная даты задаваемого периода времени; m_{kft} – масса k-го корма в суточном рационе животных f-той фазы в t-тый день заданного периода времени; Γ_f – количество животных, которые в t-тый день заданного периода времени относятся к f-той фазе развития.

Массы кормов, требующиеся для обеспечения животных всех фаз развития в t-тый день заданного периода времени:

$$M_{kt} = \sum_{f=1}^F M_{kft}$$

M_{kt} – масса k-го корма, требующаяся для животных всех фаз в t-тый день заданного периода времени.

Набор кормов кормовой базы:

$$M_k = \sum_{t=T_{\text{нач}}}^{T_{\text{кон}}} M_{kt} ,$$

где M_k – масса k -го корма, требующаяся для животных всех фаз развития в течение заданного периода времени ($k \in [1, K]$); K – общее количество кормов кормовой базы.

Показатели, характеризующие кормовую базу:

Потенциальный кормовой эффект кормовой базы:

$$\mathcal{E}_{\text{пот}} = \sum_{t=T_{\text{нач}}}^{T_{\text{кон}}} \sum_{g=1}^G C_{\text{прод } gt}^B ,$$

где $K\mathcal{E}_{\text{пот}}$ – потенциальный кормовой эффект кормовой базы; G – количество животных, которых следует обеспечить кормами; $C_{\text{прод } gt}^B$ – стоимость продукции, которая может быть получена от g -го животного в t -тый день заданного периода времени при полностью сбалансированном рационе ($g \in [1, G]$; $t \in [T_{\text{нач}}, T_{\text{кон}}]$).

Потери по продуктивности животных, вызываемые отклонениями питательности рационов от норм кормления ($\Pi_{\text{прод}}$):

$$\Pi_{\text{прод}} = \sum_{t=T_{\text{нач}}}^{T_{\text{кон}}} \sum_{g=1}^G \Pi_{\text{прод } gt} ,$$

где $\Pi_{\text{прод } gt}$ – потери по продуктивности g -го животного, вызываемые дисбалансом рациона в t -тый день заданного периода времени.

Потери по ценности животных, вызываемые отклонениями питательности рационов от норм кормления ($\Pi_{\text{цж}}$):

$$\Pi_{\text{цж}} = \sum_{t=T_{\text{нач}}}^{T_{\text{кон}}} \sum_{g=1}^G \Pi_{\text{цж } gt} ,$$

где $\Pi_{\text{цж } gt}$ – потери по ценности g -го животного, вызываемые дисбалансом рациона в t -тый день заданного периода времени.

Стоимость кормов, составляющих кормовую базу ($C_{\text{корм}}$):

$$C_{\text{корм}} = \sum_{k=1}^K (\Pi_k * M_k) ,$$

где Π_k – цена k -го корма ($k \in [1, K]$).

Кормовой эффект кормовой базы ($K\mathcal{E}$):

$$K\mathcal{E} = K\mathcal{E}_{\text{пот}} - \Pi_{\text{прод}} - \Pi_{\text{цж}}$$

Уровень обеспеченности животных кормами (УОК):

$$\text{УОК} = K\mathcal{E} / K\mathcal{E}_{\text{пот}}$$

Прибыль, обеспечиваемая кормовой базой:

$$\text{ПР} = K\mathcal{E} - C_{\text{корм}}$$

Уровень рентабельности использования кормовой базы:

$$P = \text{ПР} / (C_{\text{корм}} + \Pi_{\text{цж}}).$$

Экономически оптимизированная кормовая база обеспечивает максимум экономической эффективности использования кормов и входит в число факторов, повышающих экономическую эффективность производства.

Оптимизации кормовой базы выполняется через оптимизацию рационов. Задача оптимизации кормовой базы сводится к решению частных задач, которые на рис. 5 отображены в виде иерархических схем информационных процессов.

Экономическая эффективность производства животноводческой продукции в значительной степени зависит от возраста эксплуатируемых животных, от возрастной структуры стада. Последовательное и непрерывное совершенствование качества стада в желаемом направлении рассматривается как один из важнейших факторов повышения эффективности производства.

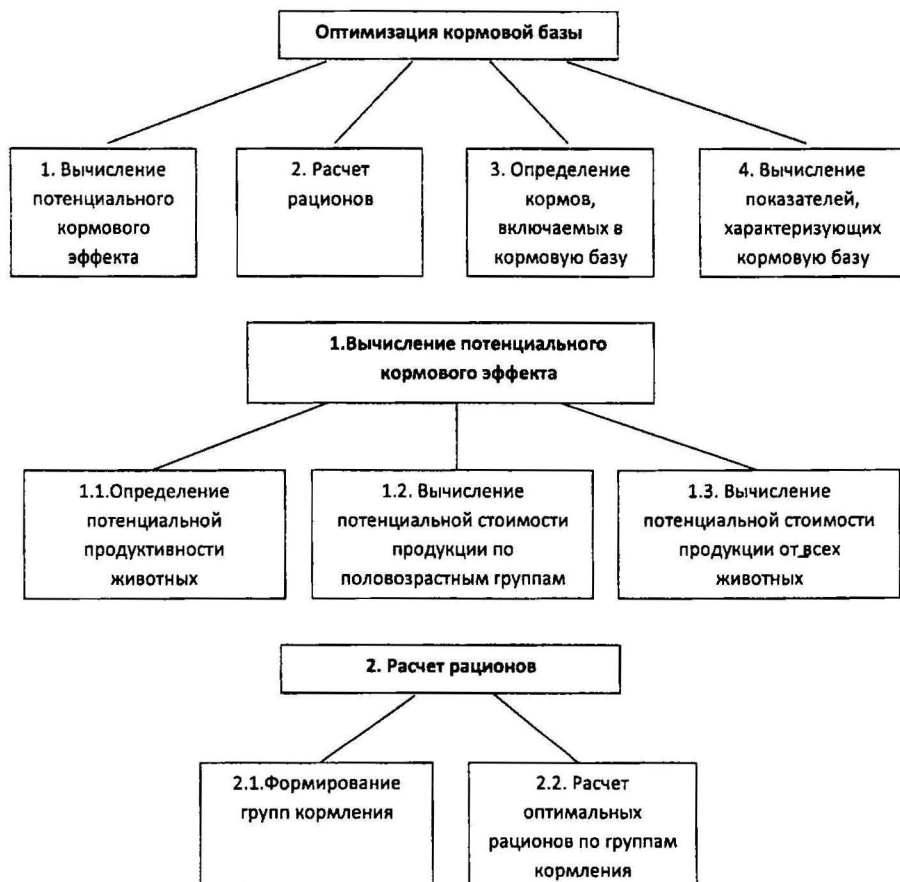




Рис. 5. Иерархическая схема информационных процессов оптимизации кормовой базы

Для повышения эффективности эксплуатации животных руководители предприятий и зоотехнических служб стремятся оптимизировать возрастную структуру стада.

Экономически рациональная длительность эксплуатации животных тесно связана с возрастными физиологическими изменениями в организме животных.

Определение срока использования животного является оптимизационной задачей. Наиболее значима оптимизация оборота стада в молочном скотоводстве, так как интенсивность воспроизводства коров ниже воспроизводства свиней в 20 раз и в 300 раз ниже воспроизводства птицы.

Известно решение задачи оптимизации оборота стада молочного КРС в условиях плановой экономики, когда фиксировались объёмы производства молока и мяса. Однако в условиях рыночной экономики методика, по которой выполнялось решение задачи оборота стада, становится несостоятельной. С позиций реинжиниринга управления оборотом стада требуется модификация постановки задачи и существенная её детализация с целью учёта реальных условий содержания животных и экономических показателей производства.

Целевой функцией задачи, в общем случае, является получение максимальной прибыли от эксплуатации стада. В результате решения задачи

определяется возраст выбраковываемых коров.

Решение этой задачи зависит от поголовья стада, продукционных характеристик животных (годовой удой, оплата корма продукцией), цен на мясо, молоко, телят, стоимости нетелей.

Общая модель оборота стада разбивается на две модели: «Перспективное планирование замещения животных» и «Оперативное планирование замещения животных».

По выполненным научным исследованиям разработана система поддержки принятия решений по оперативному управлению производством животноводческой продукции, включающая методики формирования экономически оптимальных управленческих решений, комплекс системно связанных компьютерных программ «КОРАЛЛ» и набор рабочих инструкций.

Комплекс программ «КОРАЛЛ» охватывает вопросы автоматизации расчёта и анализа рационов, управления содержанием животных на ферме КРС, планирования и ведения кормовой базы сельскохозяйственного предприятия, диагностики болезней сельскохозяйственных животных и формирования рекомендаций по борьбе с болезнями.

Программы комплекса взаимосвязаны, имеют логические связи и связи по обмену данными. Состав программного комплекса и связи между программами показаны на рис. 6.

Сплошными линиями обозначен обмен данными, пунктирными – логические связи.

Программы «Кормление молочного скота», «Кормление выращиваемого скота», «Кормление свиней», «Кормление птицы» и «Кормление овец» предназначены для оптимизации кормления животных.

Программа «Ферма КРС» предназначена для автоматизации операций учета, планирования, контроля и анализа при эксплуатации и выращивании молочного скота на молочно-товарной ферме.

Программа «Кормовая база» является развитием автоматизации планирования кормления животных, разработки комбикормов и премиксов и позволяет автоматизировать работы по ведению и анализу кормовой базы.

Программа «Оборот стада» состоит из двух подпрограмм: «Перспективное планирование замещения животных» и «Оперативное планирование замещения животных».

При перспективном планировании замещения животных в стаде программа даёт ответы на следующие вопросы:

- ✓ какой оптимальный возраст выбраковки коров;
- ✓ сколько коров ежегодно следует замещать нетелями.

При оперативном планировании замещения животных программа формирует рабочий план замещения коров старшей возрастной группы нетелями с указанием выбраковываемых коров и дат замещения.

Программы «Болезни КРС», «Болезни свиней» и «Болезни птицы» являются экспертными системами и предназначены для диагностики

болезней сельскохозяйственных животных и определения мер борьбы с болезнями.

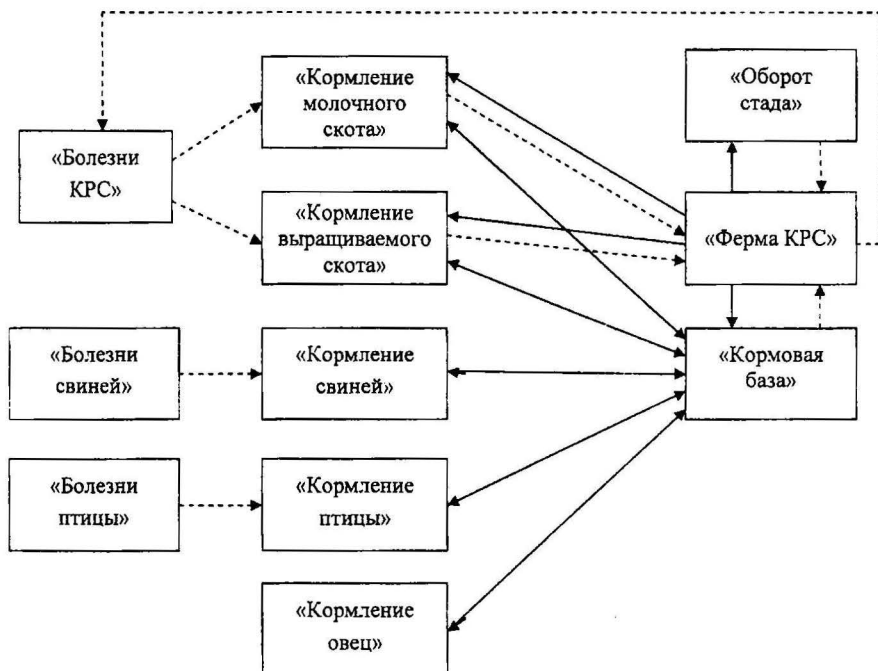


Рис. 6. Комплекс программ «КОРАЛЛ»

Целью разработки программ является облегчение передачи знаний ведущих специалистов по лечению животных и центральных ветеринарных организаций ветврачам-практикам, концентрации и постоянного обновления справочных сведений, необходимых для их эффективной работы.

При разработке программ комплекса «КОРАЛЛ» соблюдался системный подход – целостность комплекса обеспечивается средствами обмена данными между программами.

Все программы «Кормление» могут обмениваться данными по кормам с программой «Кормовая база».

Из программы «Ферма КРС» пересылаются характеристики животных для расчета рационов в программы «Кормление молочного скота» и «Кормление выращиваемого скота», а в программе «Ферма КРС» используются результаты, полученные в этих программах «Кормление».

Из «Фермы КРС» в программу «Кормовая база» поступает кормовой план, с учётом которого формируются запасы кормов. Заявки на корма для

групп кормления составляются в программе «Кормовая база» по рационам, хранящимся в программах «Кормление».

Программой «Кормовая база» по рассчитанным рационам и рецептам кормосмесей, комбикормов, премиксов и кормовых добавок выполняется планирование запасов кормов и кормового сырья.

В программу «Оборот стада» из «Фермы КРС» поступают данные о коровах, нетелях и тёлках, о выбраковке животных, а из программы «Оборот стада» передаются в программу «Ферма КРС» планы замещения животных.

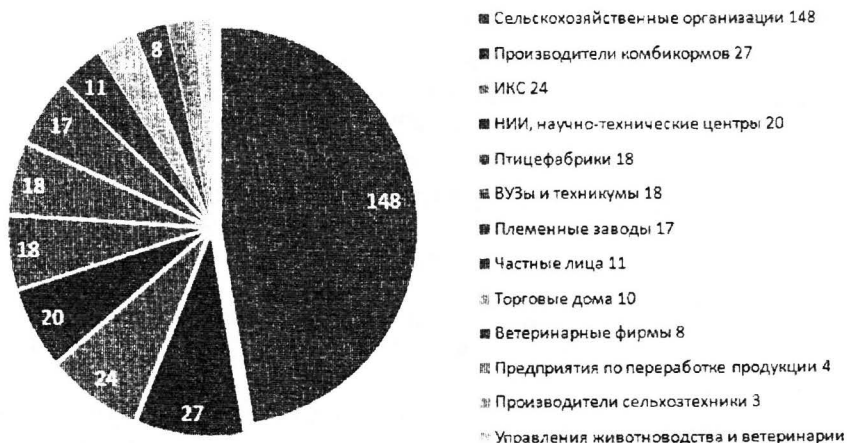
Показатели диагностирования заболеваний животных учитываются при планировании рационов.

Результаты работы программного комплекса отображаются экономическими показателями, характеризующими основные бизнес-процессы производства.

Программы «КОРАЛЛ» внедрены в сельскохозяйственных организациях, консультационных службах, управлениях животноводства, научно-исследовательских институтах, предприятиях по переработке сельхозпродукции, ВУЗах, комбикормовых производствах, птицефабриках как на территории России, так и стран СНГ (Украина, Беларусь, Молдова, Казахстан), см. рис. 7.

В заключении диссертации приведены основные полученные результаты и вытекающие из них выводы.

Внедрение программ КОРАЛЛ по областям применения



Всего: 312 комплексов.

Рис. 7. Внедрение программ КОРАЛЛ

Основные публикации автора по теме диссертации

Монографии

1. Лукьянов П.Б. Информационные технологии экономической оптимизации оперативных управленческих решений в животноводстве (методическое, математическое и программное обеспечение): Монография – М.: Изд-во «Палеотип», 2010, –162 с., 10,25 п. л.

Учебные пособия

2. Лукьянов П.Б. Новая информационная технология оптимизации рационов для сельскохозяйственных животных (Компьютерные программы «КОРАЛЛ»): Учебно-методическое пособие – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009.–108 с. (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 3,2 п. л.)
3. Лукьянов П.Б. Принятие управленческих решений в условиях неопределенности // Лекция для студентов-заочников факультета экономики и управления. М.:Изд-во НОУ ИНЭП, 2004. – 13 с., 0,4 п. л.
4. Лукьянов П.Б. Принятие управленческих решений в условиях неопределенности (практикум по решению задач) // Методические материалы для студентов-заочников факультета экономики и управления. М.:Изд-во НОУ ИНЭП, 2004. – 9 с., 0,3 п. л.
5. Лукьянов П.Б. Информационные технологии и информационные системы в управлении предприятием // Методические материалы для студентов-заочников. М.:Изд-во НОУ ИНЭП, 2003. – 17 с., 0,8 п. л.

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, выпускаемых в РФ, рекомендованных для опубликования основных научных результатов докторских диссертаций

6. Лукьянов П.Б. Новый метод прямой многопараметрической оптимизации для решения экономических задач // «Микроэкономика», № 1, 2011. – С. 31–35. – 0,3 п. л.
7. Лукьянов П.Б. Учет расхода биологических активов при расчете себестоимости молока в программах «КОРАЛЛ» // «Бухучет в сельском хозяйстве», № 4, 2011. (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0, 15 п. л.)
8. Лукьянов П.Б. Построение системы поддержки принятия решений для оперативного управления производством животноводческой продукции // «Инновации и инвестиции», № 3, 2010. – С. 128-131. – 0,6 п. л.

9. Лукьянов П.Б. Новые показатели экономической эффективности кормовой базы // «Интеграл», № 5, 2010. – С. 76. – 0,15 п. л.
10. Лукьянов П.Б. Основы системы экономической оптимизации управления кормлением // «Международный сельскохозяйственный журнал», № 3, 2010. – С. 61. – 0,15 п.л.
11. Лукьянов П.Б. Использование функции потерь при экономической оптимизации кормления в животноводстве // «Интеграл», № 4, 2010. – С. 66. – 0,15 п. л.
12. Лукьянов П.Б. К вопросу описания сложного программного продукта // «Прикладная информатика», № 4, 2010. – С. 15 – 31. – 0,9 п. л.
13. Лукьянов П.Б. Базовые положения алгоритмического подхода к поиску решений при наличии информационно-технологических потерь // «Интеграл», № 3, 2010. – С. 77. – 0,15 п. л.
14. Лукьянов П.Б. Принятие управленческого решения в условиях неопределенности // «Инновации и инвестиции», № 1, 2010. – С. 125 – 133. – 1,1 п. л.
15. Лукьянов П.Б. Оптимизация рецептов комбикормов и премиксов одновременно с оптимизацией рационов // «Ветеринария и кормление», № 5, 2007. – С. 30 – 31 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
16. Лукьянов П.Б. Оптимизация цен кормовых продуктов в программах расчета рационов // «Мясная индустрия», № 3, 2004. – С. 18 – 20 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
17. Лукьянов П.Б. Вычисление сбалансированности рационов // «Комбикорма», № 5, 2003. – С. 37 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,05 п. л.)
18. Лукьянов П.Б. Эффективность кормления с использованием премиксов // «Комбикорма», № 3, 2001. – С. 42 – 43 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)

Статьи в журналах, сборниках научных трудов и конференциях:

19. Лукьянов П.Б. Поиск семейства решений, близких к оптимальному в задаче экономической оптимизации кормления // Материалы межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы экономики, управления, права», 11 декабря 2010 г, М.: Издательство НОУ ИНЭП, 2010. – С. 64–67. – 0,15 п. л.
20. Лукьянов П.Б. Расчёт и анализ кормового плана для молодняка в программах «КОРАЛЛ – Кормление» // «Эффективное животноводство», № 2, 2010. – С. 50 – 51. – 0,15 п. л.

21. Лукьянов П.Б. Методика и средство оптимизации кормовой базы на основе учета «кормового эффекта» // «Эффективное животноводство», № 1, 2010. – С. 48 – 50. – 0,2 п. л.
22. Лукьянов П.Б. Оптимизация оперативных решений при управлении производством животноводческой продукции. Методическое обеспечение. // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК», часть 1, Новосибирск, 14-15 октября 2009 г. – С. 191–196. – 0,25 п. л.
23. Лукьянов П.Б. Оптимизация оперативных решений при управлении производством животноводческой продукции. Программное обеспечение. // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК», часть 2, Новосибирск, 14-15 октября 2009 г. – С. 32–34. – 0,15 п. л.
24. Лукьянов П.Б. Оптимизация кормовой базы через оптимизацию рационов // «Эффективное животноводство», № 6, 2008. – С. 62–63. – 0,15 п. л.
25. Лукьянов П.Б. Оптимизация рецептов комбикормов и премиксов // «Комбикорма», № 6, 2008. – С. 71 – 72 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
26. Лукьянов П.Б. Оптимизация кормосмесей при кормлении коров «вволю» // «Комбикорма», № 2, 2008. – С. 10–11 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
27. Лукьянов П.Б. «Оптимизация группового рациона» - новый модуль программ «КОРАЛЛ» // «Эффективное животноводство», № 3, 2008. – С. 8–9 (Соавторы Кононенко С.И., Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,05 п. л.)
28. Лукьянов П.Б. Оптимизация кормосмесей с учетом потерь, вызываемых дисбалансом рационов // Материалы четвертой международной конференции «Птицеводство – мировой и отечественный опыт», Москва, февраль 2006. – С. 298–304 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,4 п. л.)
29. Лукьянов П. Новые экономические решения в управлении производством животноводческой продукции // «АгроРынок», Спецвыпуск 3, 2007. – С. 22–24 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
30. Лукьянов П.Б. Оптимизация кормовой базы с программами «КОРАЛЛ» // «АгроРынок», спецвыпуск 2, 2007. – С. 22–24 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)

31. Лукьянов П.Б. Эффективность труда оцениваем с помощью информационных технологий // «Аграрный эксперт», спецвыпуск №1, январь, 2007. – С. 20–21 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
32. Лукьянов П.Б. Планирование кормовой базы – ошибки и пути совершенствования // Математические методы и модели в экономике АПК. (Немчиновские чтения) Научные труды НАЭКОР. Вып. 10, том 1 / М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2006 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
33. Лукьянов П.Б. Структурирование комбикормов по желанию потребителей // «Комбикорма», № 2, 2006. – С. 49 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,05 п. л.)
34. Лукьянов П.Б. Расчет себестоимости молока в программах «КОРАЛЛ – Кормление молочного скота» и «КОРАЛЛ – Молочно-товарная ферма» // «Ценовик», № 9, 2005. – С. 18 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,05 п. л.)
35. Приготовление и раздача полнорационных кормосмесей для КРС. Технология и машины // Рекомендации по применению (Составители: В.Г. Савенко, Л.В. Ларичкина, Б.В. Лукьянов, П.Б. Лукьянов). Минск, 2005. – 60 С. (личн. вклад 0,8 п. л.)
36. Лукьянов П.Б. Экономика кормления сельскохозяйственных животных и оптимизация цен на кормовые продукты // «Ценовик», № 6, 2005. – С. 9 – 10 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
37. Лукьянов П.Б. Экономическая эффективность рационов // «Животноводство России», № 7, 2005. – С. 44 – 45 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
38. Лукьянов П.Б. КОРАЛЛ – комплексная оптимизация и анализ рационов, комбикормов, премиксов // «Ценовик», № 4, 2005. – С. 9 – 10 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
39. Лукьянов П.Б. Повышению эффективности кормления поможет компьютерная программа // «АгроМаркет», № 3, 2005. – С. 38 – 39 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
40. Лукьянов П.Б. Определение предельной и оптимальной цен кормового продукта // «Комбикорма», № 2, 2004 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
41. Лукьянов П.Б. Программа оптимизации рациона // «Животноводство России», № 1, 2003 – С. 38 – 39 (Соавторы Лукьянов Б.В., Кононенко С.И.; личн. вклад 0,1 п. л.)
42. Лукьянов П.Б. Новые информационные технологии в оптимизации кормления сельскохозяйственных животных // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО – 2003» (Новосибирск, 22 – 23

- октября 2003 г.). РАСХН – Новосибирск, 2003 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
43. Лукьянов П.Б. Мера общей сбалансированности рационов сельскохозяйственных животных // Сборник докладов ежегодной научной конференции МСХА (декабрь 2002 года) – М: Изд-во МСХА, 2003 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
44. Лукьянов П.Б. Уточнение модели рациона – резерв повышения эффективности производства в птицеводстве // «Яичное дело», №1, 2003. – С. 37–45 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,4 п. л.)
45. Лукьянов П.Б. Компьютерные программы для повышения эффективности животноводства // Материалы первой региональной научно-практической конференции «Потенциальные возможности региона Сибири и проблемы современного сельскохозяйственного производства», 6-7 июня 2002. – С. 144–147 (Соавторы Лукьянов Б.В., Савченко О.Ф., Мясенко О.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
46. Лукьянов П.Б. Измерение кормовой базы – проблема экономическая // «Агро-информ», май 2002 (43). – С. 36 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,05 п. л.)
47. Лукьянов П.Б. Компьютерные технологии в животноводстве // «Агро-информ», апрель 2002 (42). – С. 36–37 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
48. Лукьянов П.Б. Расчет комбикормов и премиксов на компьютере // «Хранение и переработка зерна» (Украина), № 4, 2001. – С. 53 – 55 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,15 п. л.)
49. Лукьянов П.Б. Комплексный подход к экономическому анализу и планированию рационов и кормосмесей // «Животноводство России», № 10, 11, 2000. – С. 28–29 (№10), С. 34 (№11), (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,15 п. л.)
50. Лукьянов П.Б. Рецепты комбикормов и премиксов рассчитываются одновременно с оптимизацией рационов // «Животноводство России», № 3, 2000. – С. 24 – 25 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
51. Лукьянов П.Б. Оптимальный рацион экономит миллион // «Животноводство России», декабрь 1999. – С. 32–33 (Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,1 п. л.)
52. Лукьянов П.Б. Система автоматизации составления рационов // «Актуальные проблемы экологии и зоокультуры»: Межвед. сб. науч. тр. / МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 1995. – С. 115–118, 0,2 п. л.
53. Лукьянов П.Б. Влияние точности и достоверности характеристик питательности кормов на эффективность рациона // «Актуальные проблемы экологии и зоокультуры»: Межвед. сб. науч. тр. / МГАВМиБ

- им. К.И. Скрябина, 1995. – С. 104–115(Соавтор Лукьянов Б.В.; личн. вклад 0,3 п. л.)
54. Лукьянов П.Б. Составление рационов для крупного рогатого скота на ПЭВМ с использованием комплекта программ «Рационы» // Методические указания. – М.: Изд-во МВА, 1994.(Соавторы Петухова Е.А., Веркин В.А., Курилова Н.М.; личн. вклад 0,1 п. л.)
55. Лукьянов П.Б. Применение персональных ЭВМ в животноводстве // Лекция, – М.: Изд-во МВА, 1992. – 45 С.(Соавторы Лукьянов Б.В., Дронова Н.Ф.; личн. вклад 1 п. л.)
56. Лукьянов П.Б. Решение оптимизационных задач в животноводстве на примере использования АРМ системы «Зоотехник» // Современность и перспективные средства интеллектуальных САПР. Тезисы докладов Всесоюзного совещания-семинара М.: Изд-во МИЭМ, 1992. (Соавтор Жданов В.С.; личн. вклад 0,1 п. л.)

Подписано в печать 26.04.2011. Объем 2, 0 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ № 135

Отпечатано в РИО НОУ «ИНЭП»,
123298, г. Москва, ул. Берзарина, д. 12.

16 =